

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274650

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H03H 3/02  
H01L 41/09  
H01L 41/18  
H01L 41/22  
H03B 5/32  
H03H 9/17

(21)Application number : 2001-032113

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 08.02.2001

(72)Inventor : KOWACH GLEN ROBERT

(30)Priority

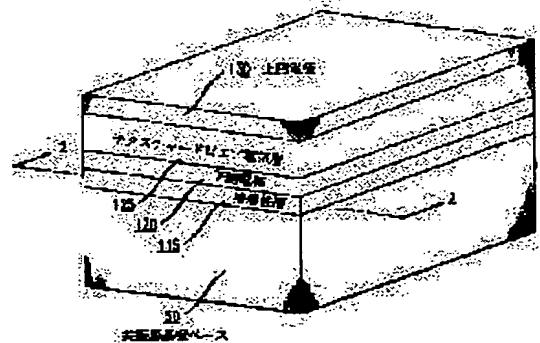
Priority number : 2000 501403    Priority date : 10.02.2000    Priority country : US

## (54) RESONATOR AND ITS MANUFACTURING METHOD AND ELECTRONIC DEVICE WITH THE RESONATOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thin film zinc oxide resonator having higher crystalline performance and orientation without giving any effect on its resistivity and to provide its manufacturing method.

**SOLUTION:** This invention discloses the manufacturing method of the resonator. This method includes a step that provides a substrate base (50) having a dielectric layer. Then an adhesive layer (115) is formed on the dielectric layer and a new creation promoting film (120) is formed on the adhesive layer. Succeedingly a zinc oxide layer (125) is formed on the new creation promoting film and an upper side conductive layer (130) is formed on the zinc oxide layer.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-274650

(P 2001-274650A)

(43) 公開日 平成13年10月5日 (2001. 10. 5)

(51) Int. Cl. 7	識別記号		F I		テコード (参考)	
H 0 3 H	3/02		H 0 3 H	3/02	B	
H 0 1 L	41/09		H 0 3 B	5/32	Z	
	41/18		H 0 3 H	9/17	F	
	41/22		H 0 1 L	41/08	L	
H 0 3 B	5/32			41/18	1 0 1	A
審査請求		未請求	請求項の数 2 0	O L	(全 1 2 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-32113 (P2001-32113)

(22) 出願日 平成13年2月8日 (2001. 2. 8)

(31) 優先権主張番号 09/501403

(32) 優先日 平成12年2月10日 (2000. 2. 10)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド  
Lucent Technologies  
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

(74) 代理人 100081053

弁理士 三俣 弘文

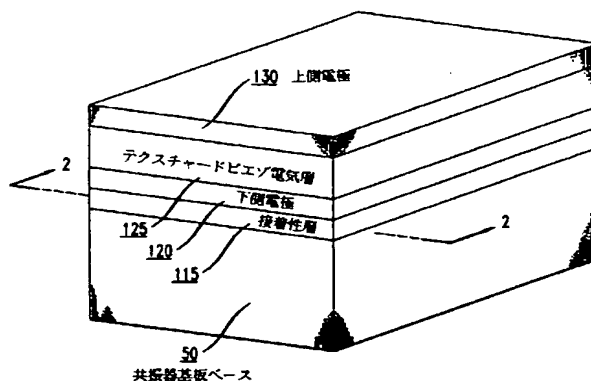
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共振器およびその製造方法および共振器を有する電子デバイス

### (57) 【要約】

【課題】 その抵抗率に影響を与えることなしに、より高い結晶性および配向性を有する薄膜酸化亜鉛共振器およびその製造方法を提供すること。

【解決手段】 共振器の製造方法が開示される。この方法は、誘電体層を有する基板ベース (50) を提供するステップをまず含む。その後、接着性層 (115) が、誘電体層上に形成され、ニュウクリエーション促進膜 (120) が、接着性層上に形成される。続いて、酸化亜鉛層 (125) が、ニュウクリエーション促進膜上に形成され、上側導電性層 (130) が、酸化亜鉛層上に形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (A) 基板ベースを提供するステップと、

(B) 前記基板ベース上に接着性層を形成するステップと、

(C) 前記接着性層上に非酸化のニュークリエーション促進膜を形成するステップと、

(D) 前記ニュークリエーション促進膜上に酸化亜鉛の結晶性層を形成するステップと、

(E) 前記酸化亜鉛の結晶質層の上に導電性層を形成するステップとを有することを特徴とする共振器の製造方法。

【請求項 2】 前記基板ベースがエアギャップを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記ニュークリエーション促進膜が、Pt を含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 前記接着性層が、Ar プラズマを使用するスパッタリングステップにより形成されるTi およびCr のうち少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 前記ニュークリエーション促進膜を形成するステップが、Ar プラズマと共にPt をスパッタリングするステップを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】 前記酸化亜鉛の結晶質層を形成するステップが、Ar およびO<sub>2</sub> を含むプラズマを使用する反応性スパッタリングのステップを含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】 共振器基板ベースを提供するステップと、  
前記共振器基板ベース上に接着性層を形成するステップと、  
前記接着性層上にPt のニュークリエーション促進膜を形成するステップと、  
前記Pt のニュークリエーション促進膜上に、酸化亜鉛のピエゾ電気層を反応性スパッタリングするステップと、  
前記酸化亜鉛層上に上側電極を形成するステップとを有することを特徴とする共振器の製造方法。

【請求項 8】 前記基板ベースは、エアギャップを含むことを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】 前記接着性層は、Ar プラズマを使用するスパッタリングステップにより形成されるTi およびCr のうち少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 10】 前記Pt のニュークリエーション促進膜を形成するステップが、Ar プラズマを使用するスパッタリングステップを含むことを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 11】 前記酸化亜鉛の層を反応性スパッタリ

ングするステップが、Ar およびO<sub>2</sub> を含むプラズマを使用することを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 12】 前記酸化亜鉛の層を反応性スパッタリングする方法が、基板ベースを回転させて実現されることを特徴とする請求項 7 記載の方法。

【請求項 13】 共振器基板ベースと、  
前記共振器基板ベース上に形成された接着性層と、  
前記接着性層上に形成されたPt を含むニュークリエーション促進膜と、

前記ニュークリエーション促進膜上に形成された酸化亜鉛の結晶質層と、  
前記酸化亜鉛の結晶質層上に形成された上側電極とを有することを特徴とする共振器。

【請求項 14】 前記共振器基板ベースがエアギャップを含むことを特徴とする請求項 13 記載の共振器。

【請求項 15】 前記接着性層が、Ti およびCr のうち少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 13 記載の共振器。

【請求項 16】 前記ニュークリエーション促進膜が、Pt を含むことを特徴とする請求項 13 記載の共振器。

【請求項 17】 テクスチャード酸化亜鉛層と、  
前記テクスチャード酸化亜鉛層の形成を促進するためのニュークリエーション促進膜とを有し、前記ニュークリエーション促進膜が、Pt を含むことを特徴とするテクスチャード結晶質構造。

【請求項 18】 前記ニュークリエーション促進膜は、＜111＞配向を含むことを特徴とする請求項 17 記載のテクスチャード結晶質構造。

【請求項 19】 少なくとも 1 つの信号の送信および受信のうちの少なくとも 1 つのためのアンテナと、  
前記少なくとも 1 つの信号をフィルタリングするためのフィルタと、

前記少なくとも 1 つの信号を増幅するための増幅器と、  
前記少なくとも 1 つの信号を混合するための発振器を有するミキサとを有し、前記発振器は、  
共振器基板ベース、

前記共振器基板ベース上に形成された接着性層と、  
前記接着性層上に形成されたPt を含むニュークリエーション促進膜と、

前記ニュークリエーション促進膜上に形成された酸化亜鉛の結晶質層と、  
前記酸化亜鉛の結晶質層上に形成された上側電極とを含む共振器を有することを特徴とする電子デバイス。

【請求項 20】 前記ニュークリエーション促進膜は、＜111＞配向を含むことを特徴とする請求項 19 記載の電子デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、共振器に係り、特に、酸化亜鉛共振器を製造する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、パーソナルコミュニケーションサービス（PCS）システム、セルラ電話、コードレス電話、ページャおよび通信衛星のような500MHzよりも高い周波数で動作する電子デバイスの商用化の増大で、従来の共振器についての制約が、ますます明らかとなってきた。伝統的な共振器は、交番する電界の印加に応じて、基本波および高調波を含む共振周波数で振動する piezo 電気結晶を使用する。この現象により生じる基本周波数は、枠を通して伝達するエネルギーの音響速度（ $v$ ）を膜の厚さの2倍でわり算することにより定義される。この関係により、よく知られているように、音響反射層が、特定の高調波のような望ましくない周波数を抑制する一方で、所望の周波数を反射するために付け加えられる。

【0003】ワイヤレスネットワークの急増は、400MHz以上の共振器用途に適した代替的な材料への研究努力を増大させた。この推進力は、水晶またはセラミクスのような伝統的な材料から十分に薄い結晶を製造する上で、実際の制約により支えられている。共振周波数と厚さとの関係において、より高い周波数の共振器に対する需要が、十分な強度を有する代替的な薄膜材料の検査を導いた。

【0004】薄膜材料から形成される共振器は、典型的には、piezo 電気材料、piezo 電気誘電体へ電界を加えるための少なくとも一対の電極、および定在波を形成するための少なくとも一対の反射表面を含む。所定の薄膜共振器用途において、電極は、反射表面としても働くことができる薄膜金属層により実現される。本願において、薄膜共振器は、バルク音響波（BAW）デバイスおよび表面音響波（SAW）デバイスの両方を指す。

【0005】典型的な共振器において、共振器の上側の電極により形成される金属/空気インタフェース界面は、反射の主な源として働く。上側電極と下側電極との間に、テクスチャード（textured）薄膜を含む piezo 電気層がサンドイッチされる。本願において、テクスチャード薄膜は、1つの境界におけるランダムな多結晶の範囲と他の境界における単結晶との間に入るX線回折により観察された配向されかつ原子的に整列されたものとして定義される。また、X線回折ロッキング（rocking）曲線が、テクスチャの程度を計るために使用され得る。

【0006】共振器がBAWデバイスである場合、テクスチャード piezo 電気層は、共振器基板の表面に対して垂直な極性方向を有する。共振器がSAWデバイスである場合、テクスチャード piezo 電気層は、共振器基板の表面に対して垂直または平行のいずれかの極性方向を有する。下側金属層は、典型的には、基板の上に形成されるので、共振器は、基板ベース内に形成されるエアギャップ音響キャビティも含む。

【0007】様々な材料が、400MHzを超える周波

数を正確に取り扱うことができる薄膜から形成された共振器を求めて検査された。分析は、主に、2つの変数、クオリティファクタ $Q$ および電気機械的結合係数 $k^2$ に焦点を当てた。クオリティファクタ $Q$ は、共振器の応答品質についてのものであり、結合係数 $k^2$ は、共振器の電気的エネルギーと機械的エネルギーとの間の変換効率についてのものである。

【0008】 $Q$ および $k^2$ の両方は、その定義された動作周波数帯域内で、共振器により生じる固有（intrinsic）音響損失に反比例する。Campbell, Surface Acoustic Wave Devices and Their Signal Processing Applications, Academic Press, Inc., 1989（以下、Campbellと呼ぶ）およびRosenbaum, Bulk Acoustic Wave Theory and Device, Artech House, 1988（以下、Rosenbaumと呼ぶ）を参照のこと。

【0009】現在利用可能なテクスチャード薄膜として、窒化アルミニウムおよび酸化亜鉛がある。単一のダイ上の半導体デバイスとその可能性のある一体化に関して所定の利点を有するが、窒化アルミニウムは、酸化亜鉛よりも小さい結合係数（ $k^2$ ）を有するものと観察されかつ当業者に知られている。結合係数（ $k^2$ ）は、得られる共振器の帯域幅に対応するので、酸化亜鉛は、400MHzよりも上での共振器用途において特有の利点を有する。

【0010】酸化亜鉛の薄膜は、2つの特徴を有し、それからその共振器用途に適していることが分析される。第1に、酸化亜鉛は、非晶質または結晶構造状態で形成され得る。薄膜中の酸化亜鉛原子の規則性または規則性がないことが、その構造状態に対応する。酸化亜鉛が、それより下でニュークリーション（nucleation）が起きない温度において薄膜として形成され、および/またはドーブされる場合、非晶質状態を含み得る。

【0011】本願において、ニュークリーションは、テクスチャード膜がその上に形成される基板の構造に無関係に、テクスチャード膜の結晶化の促進として定義される。同様に、酸化亜鉛は、既知の加熱サイクルで形成されるとき、テクスチャード結晶構造を示す。共振器中の薄膜として、可能な最高の結晶度、可能な最高の配向性で酸化亜鉛を形成し、最高の電気機械結合係数 $k^2$ および制御可能な振動エレメントとしての使用のための可能な最低の損失を得ることが目的である。

【0012】また、酸化亜鉛は、本来的に抵抗性である。この特性は、欠陥、空乏、格子間および/またはスタッキング欠陥の数または酸化亜鉛の純度に機能的に関連する。したがって、使用される酸化亜鉛が、比較的純粋または欠陥数が多い場合、抵抗率は比較的低くなる。同様に、選択される酸化亜鉛が、比較的純粋かつ欠陥数が低い場合、抵抗率は比較的高くなる。共振器タイプの用途に対して、最高の抵抗率を有する酸化亜鉛を使用すること、したがって、比較的高純度の酸化亜鉛を使用す

ることは有利である。

【0013】薄膜酸化亜鉛が共振器に使用されてきたが、限定されたピエゾ電気性を有する構造を生じ、結晶度、配向性および抵抗率に限界のある酸化亜鉛薄膜を製造する方法が存在した。これらの既知の方法は、X線回折により、制限されたロッキング曲線、強度、並びにさらなる回折ピークを含む他の測定可能な特性を有することが分かった。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】結果として、その抵抗率に影響を与えることなしに、より高い結晶度および配向性を有する薄膜酸化亜鉛共振器およびその製造方法についての必要性がある。

【0015】

【課題を解決するための手段】共振器の製造方法が開示される。第1の実施形態によれば、方法は、共振器基板ベースを提供するステップを、まず含む。接着性層が、共振器基板ベース上に形成され、その後、ニュウクリエーション促進層が、接着性層の上に形成される。酸化亜鉛結晶質層が、その後、ニュウクリエーション促進膜上に形成され、第2の導電性層が、酸化亜鉛の結晶質層上に形成される。酸化亜鉛薄膜を製造する既知の方法に伴う制約は、酸化亜鉛層のニュウクリエーションを促進するニュウクリエーション促進膜を使用することにより克服される。本発明の更なる実施形態において、ニュウクリエーション促進膜は、酸化亜鉛層のテクスチャ化を促進する。酸化亜鉛層は、テクスチャ化され、共振器がその上に形成される基板タイプに無関係に、結晶度および配向性が増大される。

【0016】本発明の別の実施形態によれば、共振器を製造する方法が開示される。この方法は、まず、接着性層を有する共振器基板ベースを提供するステップを含む。その後、Ptのニュウクリエーション促進膜が、接着性層の上に形成される。その後、酸化亜鉛の結晶質層が、ニュウクリエーション促進膜の上に反応的にスパッターされる。ニュウクリエーション促進層は、共振器がその上に形成される基板タイプに無関係に、酸化亜鉛層の形成において結晶度および配向性を増大することを促進する。本発明の更なる実施形態において、ニュウクリエーション促進膜は、酸化亜鉛層のテクスチャ化を促進する。そして、上側電極が、酸化亜鉛層の上に形成される。

【0017】本発明の別の実施形態によれば、共振器が開示される。この共振器は、共振器基板ベースおよび接着性層を含む。ニュウクリエーション促進膜が、接着性層の上に形成され、酸化亜鉛の結晶質層が、導電性のニュウクリエーション促進膜上に形成される。ニュウクリエーション促進膜は、共振器がその上に形成される基板タイプに無関係に、酸化亜鉛層の形成の間に結晶度および配向性を増大させることを促進する。更なる実施形態

において、ニュウクリエーション促進膜は、酸化亜鉛層のテクスチャ化を促進する。共振器は、酸化亜鉛の薄膜層の上に上側電極をさらに含む。

【0018】本発明の別の実施形態によれば、共振器を使用する電子デバイスが開示される。電子デバイスは、少なくとも1つの信号を送信または受信するためのアンテナおよび少なくとも1つの信号をフィルタリングするためのフィルタを含む。また、電子デバイスは、少なくとも1つの信号を増幅するための増幅器および少なくとも1つの信号をミクシングするためのミキサを含む。ミキサは、共振器を有する共振器を含む。

【0019】共振器は、共振器基板ベース、共振器基板ベース上に形成された接着性層、接着性層上のニュウクリエーション促進膜、ニュウクリエーション促進膜上に形成された酸化亜鉛の結晶質層、および酸化亜鉛層上に形成された上側電極を含む。ニュウクリエーション促進膜は、非酸化であり、例えば、面心格子立方体 (fcc) 構造と  $\langle 111 \rangle$  配向を有する。また、ニュウクリエーション促進膜は、酸化亜鉛層の形成の間に結晶度および配向性の増大を促進する。更なる実施形態において、ニュウクリエーション促進膜は、酸化亜鉛層のテクスチャ化を促進する。

【0020】

【発明の実施の形態】図1および図2において、本発明の一実施形態による共振器40が示されている。共振器40は、バルク音響波 (BAW) デバイスであり得るが、しかし、表面音響波 (SAW) デバイスも、以下の説明から分かるように、インターデジタルトランスデューサ (IDT) を含んで形成され得る。

【0021】共振器40は、共振器基板ベース50を含む。共振器基板ベース50が、図示しないエアギャップ音響キャビティも含み得ることが、当業者にとって明らかである。基板ベース50は、基板層65を含む。基板層65は、シリコン (Si) を含む。しかし、その代わりに、基板層65は、ダイヤモンド、水晶、シリコンカーバイド (SiC)、サファイヤ ( $Al_2O_3$ )、ガリウム砒素 (GaAs) および本願の説明から当業者にとって明らかな他の材料も含み得る。

【0022】共振器基板ベース50は、基板層65の上に形成された誘電体層のスタックも含む。BAWデバイスに関して、誘電体層のスタックは、音響反射性および、以下に詳細に説明するその後形成される導電性層からの電氣的絶縁基板層65を機能的に提供する。SAW共振器用途について、基板層65が、BAW共振器用途に比べてより高い音響速度を有する。しかし、SAW用途に対して、誘電体層のスタックが、共振器基板層65上に含まれないことが認識されるべきである。同様に、BAW共振器用途について、基板層65およびその上に形成される誘電体層は、SAW共振器用途に比べてより高い音響インピーダンスを有しなければならない。

【0023】一例において、少なくとも一組の交番するアモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) およびアモルファス窒化アルミニウム ( $a-AlN$ ) 層を含む。ここで、誘電体スタックは、アモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) 層70、80、90および100およびそれぞれその上に形成されたアモルファス窒化アルミニウム ( $a-AlN$ ) 層75、85、95および105、およびアモルファス窒化アルミニウム ( $a-AlN$ ) 層105の上に設けられた最も上側のアモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) 層110を含む9個の層スタックにより実現され得る。

【0024】したがって、例えば、上記の例示的な誘電体スタックにおいて、代替的な構成および材料が使用されることが当業者にとって明らかである。したがって、例えば、アモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) の代わりに二酸化硅素が使用でき、同様に、アモルファス窒化硅素 ( $a-AlN$ ) を窒化アルミニウム ( $AlN$ ) で置き換えることができる。

【0025】共振器40は、アモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) 層110の上に形成された接着性層115を含む。接着性層115は、以下に詳細に説明するように、その上に形成された後続の層のための接着特性を機能的に提供する。接着性層115は、連続であるが、ピンホールの形成は、その使用を妨げるべきでない。接着性層115は、チタン (Ti) またはクロム (Cr) を含むが、例えば、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、バナジウム (V)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo) およびタングステン (W) 並びに所定の合金による置き換えも、ここにおける説明から当業者に明らかとなるであろう。接着性層115は、以下の説明から分かるように、スパッタリングステップにより形成され得る。

【0026】下側電極120は、接着性層115の上に形成される。電極120は、以下の説明から分かるように、後に形成されるテクスチャード結晶質層におけるニュークリエーションおよび結晶度を促進するためのニュークリエーション促進膜を含む。本発明の更なる実施形態において、電極120は、パターン化される。

【0027】下側電極120は、プラチナ (Pt) を含む。しかし、例えば、金 (Au)、ロジウム (Rh)、パラジウム (Pd)、銀 (Ag) およびイリジウム (Ir) のような後続の結晶成長を促進するための様々な酸化導電性代替物が、代わりに使用され得る。下側電極120が、非酸化性であり、共振器基板50の表面に対して垂直な $\langle 111 \rangle$ 配向の面心格子立方体 (fcc) 構造を有することが有利である。

【0028】また、共振器40は、共振器基板50の表面に対して垂直な極軸、即ちウルツ (Wurtzite) 構造材料についてのc軸を有する配向されかつ原子的に整列された結晶構造を有するテクスチャードピエゾ電気層12

5を含む。テクスチャードピエゾ電気層125は、酸化亜鉛を含む。しかし、例えば、窒化アルミニウム (AlN) およびウルツ構造を有する他の材料のような置換および代替の範囲は、ここにおける開示に基づいて当業者に明らかであろう。酸化亜鉛層125は、以下の説明から分かるように、反応性スパッタリングステップにより形成され得る。

【0029】テクスチャードピエゾ電気層125の上に、上側電極130が形成される。本発明の別の実施形態において、上側電極120も、パターン化される。上側電極130に関連するパターンは、共振器40がBAWデバイスであるのかSAWデバイスであるのかによる。Campbell および Rosenbaum を参照のこと。電極130は、チタン (Ti) またはプラチナ (Pt) を含むが、例えば、Auおよびパラジウム (Pd) のような導電性かつ非酸化特性を有する様々な代替物が、使用され得る。別の実施形態において、電極130は、共振器基板50の表面に垂直な $\langle 111 \rangle$ 配向の面心格子立方体 (fcc) 構造を含む。

【0030】図3(a)および3(b)において、図1および2に示された共振器40の第1および第2の代替的構成が示されている。図3(a)について、接着性層135が、共振器基板ベース50上に形成されている。接着性層135は、その上に形成される後続の層に接着特性を機能的に提供する。接着性層135は、連続的であるが、ピンホールの形成が、その使用を妨げない。接着性層135は、チタン (Ti) またはクロム (Cr) を含むが、例えば、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、バナジウム (V)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo) およびタングステン (W) のような置換も、ここにおける説明により、当業者にとって明らかとなるであろう。

【0031】接着性層135の上に、アルミニウム (Al) を含む下側電極140が形成される。また、後に形成される層においてニュークリエーションおよび結晶度を促進するためのプラチナ (Pt) のテクスチャード膜145も、電極140の上に含まれる。テクスチャード膜145の上に、ピエゾ電気結晶質層150および上側電極155が形成される。

【0032】図3(b)において、接着性電極層160が、共振器基板ベース50上に形成される。接着性電極層160は、チタン (Ti) またはクロム (Cr) を含むが、例えば、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、バナジウム (V)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo) およびタングステン (W) のような置換が、ここにおける説明により、当業者に明らかとなるであろう。接着性電極層160の上に、後に形成される層におけるニュークリエーションを促進するためのテクスチャード膜165が形成される。テクスチャード膜165の上に、テクスチャードピエゾ

電気層 170 および上側電極 175 が形成される。

【0033】図 4 (a) および 4 (b) において、正面音響波 (SAW) デバイス 200 およびバルク音響波 (BAW) デバイス 220 の上面図が示されている。SAW デバイス 200 は、共振エレメント 215 の上に形成された一対の電極エレメント 205 および 210 を含む。インタデジタルトランスデューサ (IDT) として働く各電極エレメント 205 および 210 は、音響波が横軸方向に伝播することを可能にする。逆に、BAW デバイス 220 は、下側および上側電極 225 および 230、およびその間に形成された図示しない共振エレメントを含み、圧縮性の縦軸方向音響波の伝播を可能にする。

【0034】図 5 において、共振器を製造する方法のフローチャートが示されている。上述したように、製造される共振器は、BAW デバイスまたは SAW デバイスのような音響波コンポーネントであり得る。また、共振器は酸化亜鉛のテクスチャードピエゾ電気層を含むが、様々な代替物が、ここにおける開示により当業者に明らかとなる。

【0035】最初に、この方法は、共振器基板ベースを提供するステップ (240) を含む。前述したように、共振器基板ベースは、スタック構造の多数の層を含む。しかし、共振器基板ベースは、エアギャップ音響キャビティも含み得ることが当業者に明らかである。

【0036】共振器基板ベースは、基板層を含む。本発明の一実施形態において、基板層は、シリコン (Si) を含む。しかし、様々な置き換えが当業者にとって明らかであり、共振器は、ダイヤモンド、水晶、シリコンカーバイド (SiC)、サファイヤ ( $Al_2O_3$ )、ガリウム砒素 (GaAs) およびここにおける開示から当業者に明らかな他の材料を含み得る。

【0037】共振器基板ベースは、誘電体層のスタックも含む。誘電体スタックは、少なくとも一組の交互のアモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) 層およびアモルファス窒化アルミニウム ( $a-AlN$ ) 層を含む。一例において、誘電体スタックは、9 個の層を含む。ここで、誘電体の 9 層スタックは、4 個のアモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) 層およびその上にそれぞれ形成された 4 個のアモルファス窒化アルミニウム ( $a-AlN$ ) 層、および一番上のアモルファス窒化アルミニウム ( $a-AlN$ ) 層の上に配置された最上層のアモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) 層を含む。

【0038】代替的な構成および材料が、スタックド誘電体層に使用できることが当業者にとって明らかである。したがって、例えば、二酸化硅素 ( $SiO_2$ ) が、アモルファス二酸化硅素 ( $a-SiO_2$ ) の代わりに使用することができ、同様に、窒化アルミニウム ( $AlN$ ) が、アモルファス窒化アルミニウム ( $a-AlN$ ) の代わりに使用することができる。

【0039】共振器基板ベースを提供した後、ブリクリーステップ (250) が実行される。このステップは、その上に層を形成する前に、最上のベース表面をクリーンにすることを意図する。ブリクリーステップは、様々の既知の方法を使用して実行され得るが、アルゴン (Ar) および窒素 ( $N_2$ ) プラズマエッジの存在下で基板をクリーンにすることが好都合である。また、真空ゲージによりベース圧力測定を行うことにより、ブリクリーステップの実行の前に、チャンバのクリーンさを評価することが望ましい。

【0040】次に、クリーンにされた最上の二酸化硅素層の上に接着性層が形成される。接着性層は、その上に形成される後続の層に対する接着特性を機能的に提供する。接着性層は、連続的であるが、ピンホールの形成はその使用を妨げない。接着性層は、チタン (Ti) またはクロム (Cr) を含むが、例えば、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、バナジウム (V)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、モリブデン (Mo) およびタングステン (W) 並びに所定の合金のような代用物が、ここにおける記載から当業者により明らかとなるであろう。

【0041】本発明の一実施形態において、接着性層は、アルゴン (Ar) プラズマの存在下におけるスパッタリングステップにより形成される。このスパッタリングステップは、基板を加圧して DC 電源で加熱することを含む様々な他の条件およびパラメータを使用して、好都合に実現される。また、接着性層を形成する前に、スパッタリングターゲットをクリーンにすることが望ましい。

【0042】所望の厚さの接着性層が得られると、後続のニュークリエーションおよび結晶度を促進するためのニュークリエーション促進膜が、接着性層上に形成される。テクスチャード膜は、電極として機能的に働き、望ましくは、非酸化導電性特性を有する。一実施形態において、電極として働くニュークリエーション促進膜は、プラチナ (Pt) を含むが、例えば Au のような様々な非酸化代替物が使用され得る。別の実施形態において、ニュークリエーション促進膜は、形成される結晶質構造の原子面が共振器基板ベースと平行となり、後に形成されるテクスチャードピエゾ電気層のニュークリエーションをさらに促進するように、 $\langle 111 \rangle$  配向の面心格子立方体 (fcc) 構造を有する。

【0043】本発明の更なる実施形態において、ニュークリエーション促進膜は、パターン化される。ニュークリエーション促進膜は、望ましくは、アルゴン (Ar) プラズマの存在下で、スパッタリングステップにより形成される。このスパッタリングステップは、基板を加圧して DC 電源を使用して加熱することを含む様々な他の条件およびパラメータを使用して実現される。ニュークリエーション促進膜を形成する前に、スパッタリングタ



ターゲットをクリーンにすることが望ましい。

【0044】その後、配向されかつ原子的に整列された結晶質構造を有するテクスチャードピエゾ電気層が、ニュークリエーション促進膜の上に形成される。本発明の一実施形態において、テクスチャードピエゾ電気層は、酸化亜鉛薄膜を含み、例えば、 $Ar:O_2$  のような反応性プラズマの存在下で、反応性スパッタリングステップにより形成される。この反応性スパッタリングステップは、RF電源を使用して基板を加圧して加熱することを含む様々な他の条件およびパラメータを使用して実現されることが望ましい。

【0045】また、テクスチャードピエゾ電気層を形成する前に、スパッタリングターゲットをクリーンにすることが望ましい。別の実施形態において、接着性層および第1の電極を形成するテクスチャード膜を含む共振器基板ベースは、反応性スパッタリングステップが実行される間回転させられる。また、本発明は、テクスチャードピエゾ電気層に対して酸化亜鉛の薄膜を使用するが、窒化アルミニウム (AlN) または硫化カドミウム (CdS) 並びにウルツ構造を有する他の材料のような代用品が、ここにおける開示に基づいて当業者により明らかとなるであろう。

【0046】テクスチャードピエゾ電気層が形成されると、第2の即ち上側電極が形成される。上側電極は、電氣的コンタクトを形成するようにパターン化され得る。上側電極は、アルミニウム (Al) を含む。しかし、例えばTiまたはAuのような様々な代替物が、ここにおける開示に基づき当業者にとって明らかとなるであろう。基本的に、これらの代用品は、導電性、接着性、および/または非酸化性であるとして特徴づけられ得る。また、選択される代替物の加重 (mass loading)、密度および音響的損失は、テクスチャードピエゾ電気層が共振する能力に悪影響を与えないようにしなければならない。

【0047】

【実施例】一実施例において、共振器は、約3.5 GHzの基本周波数を有するように形成された。この目的のために、使用された共振器基板ベースは、シリコン (Si) 基板ベースであり、後続の5個のアモルファス二酸化硅素層およびアモルファス窒化アルミニウム層の各々は、それぞれ、約4300 Åおよび7600 Åの厚さを有した。最上のアモルファス二酸化硅素層の上に形成されたチタン (Ti) の接着性層は、約100 Åの厚さを有し、Ptのニュークリエーション促進膜および上側電極の両方は、各々約1000 Åの厚さを有した。Ptのニュークリエーション促進膜と上側電極との間にサンドイッチされた酸化亜鉛層は、約0.72 μmの厚さを有した。

【0048】この実施例において、プレクリーン (pre-clean) ステップは、約  $9 \times 10^{-8}$  Torr のベース圧力、

でチャンバをまずクリーニングするステップと、そして約10 mTorrの圧力の3:2の比を有するプラズマ放電中のアルゴン (Ar) および窒素 ( $N_2$ ) の雰囲気中で約200℃に基板を加熱するステップを含んでいた。その後、スパッタリングステップが実行されて、チタン (Ti) 接着性層が製造された。スパッタリングターゲットは、まず、約30秒間プリスパッタされ、そして、最上のアモルファス二酸化硅素層の上にチタン (Ti) スパッタされ、チタン (Ti) 層が形成された。

【0049】このスパッタリングステップは、3 kW DC電源により給電されたスパッタリングツールで、約6 mTorrの圧力において約200℃に基板を加熱して実行された。その後、スパッタリングターゲットが、約30秒間プレススパッタされた後、テクスチャードプラチナ (Pt) 薄膜が形成された。プラチナ (Pt) 薄膜のスパッタリングは、3 kW DC電源により給電されたスパッタリングツールで、約10 mTorrの圧力において約200℃に基板を加熱して、実行された。

【0050】酸化亜鉛薄膜に関しては、無線周波数 (RF) プレーナマグネトロンスパッタリングツール、ANELVASF-332Hが、酸化亜鉛膜を形成するために使用された。このツールは、 $5 \times 10^{-7}$  Torrよりも低いベース圧力を実現するための極低温真空ポンプ、およびマッチングユニットを備えた13.56 MHzの周波数におけるRF電源からなる。

【0051】RF電源は、2.0 kVプレート電圧および91 mAプレート電流、120 Wの入射電力、および75 Wの反射電力を有した。また、ツールは、ターゲットホルダー下の3インチ直径同軸プレーナマグネトロンの、およびArおよび $O_2$  ガスインレット並びに基板を加熱するためのクォーツランプを使用した。亜鉛ターゲットは、3インチ直径で、0.125インチ厚さ、基板から9.5 cmの間隔、2.5インチターゲットアパーチャから3 mmであった。

【0052】亜鉛ターゲットは、Pure Tech から99.995%の純度のものが得られた。Znターゲットは、変化するチャンバ圧力で各ガスに対して5 sccmフローレートでディスチャージする1:1の比におけるAr: $O_2$  プラズマ中で反応性スパッタされた。4インチメインバタフライバルブが、堆積ステップにおいて、システム中のトータル圧力を制御するために設けられた。Arおよび $O_2$  のような高純度ガスが、予め混合され、システム中に導入された。フローレートは、マニュアルリークバルブにより調節され、Mathesonから得られたフローメータを使用して測定された。システム中のトータルワーキング圧力は、MKS Baratron キャパシタンスゲージで測定された。

【0053】基板への酸化亜鉛の堆積に先立って、ターゲットが10分間プレススパッタされた。この期間の間、基板上への酸化亜鉛堆積を防止するために、シャッターが

設けられた。プリスパッタリングの後、シャッタが除去され、それにより、プラズマインピーダンスが変化させられた。結果として、RF電源が、付随するマッチングユニットを使用して再調整され、スパッタリングプロセスステップが最適化された。約0.72  $\mu\text{m}$ の得られた厚さに対して、酸化亜鉛薄膜は、約2時間の全スパッタリング時間および64 Å/分のスパッタリングレートを有した。

【0054】スパッタリングの間、基板は、ターゲット表面に対して、スパッタダウングジオメトリに並列に配置された。基板は、200℃から700℃に変化する温度へ、内蔵のクオーツランプで意図的に加熱されるか、またはエネルギー的粒子衝突により45℃と65℃との間の温度に加熱された。基板温度は、基板の下にかつ接触して設けられた熱伝対により測定された。

【0055】図6において、Ptのテクスチャードフィルム上に形成された酸化亜鉛薄膜の一般に「ロッキングカーブ (rocking curve)」と呼ばれる抵抗率と回折角度 $\omega$ の半値幅との間の関係が、基板温度の関数として示されている。このグラフは、前述した実施例の結果を示している。理想的には、共振器は、最大の抵抗率および最小のロッキングカーブを有しなければならない。グラフから、x線回折を使用して、酸化亜鉛薄膜の形成において、約600℃ないし650℃の加熱ステップが有利であることが分かった。

【0056】図7において、本発明の別の実施形態による無線周波数 (RF) デバイス300のブロック図が示されている。RFデバイス300は、本発明の1つの用途を示す。ここにおける開示に基づいて当業者にとって明らかであるように、RFデバイス300は、パーソナル通信サービス (PCS) デバイス、セルラ電話機、ページャ、通信衛星、並びに他の送信機および/またはアプリケーションおよび共振器を必要とする他の電子デバイスにより実現され得る。

【0057】RFデバイス300は、ディプレクサ (duplexer) 310からの信号を送信または受信するためのアンテナ305を含む。代替的な実施形態において、ディプレクサ310は、図示しない送信機に結合されている。ディプレクサ310は、信号をフィルタ315へ渡し、フィルタリングし、結果のバンドを制限された信号を生成する。バンドを制限された信号は、増幅器320により増幅され、フィルタ325によりフィルタされて、さらにバンドを制限された信号を生成する。

【0058】二度バンドを制限された信号は、その後、ミキサ330に渡される。ミキサ330は、二度バンドを制限された信号を、局部発振器340により生成されたかつバンド制限フィルタ335によりフィルタされた局部発振器信号と混合する。そして、得られた混合された出力信号は、局部発信機信号を除去するために、バンド制限フィルタ345を通過させられる。結果として、中

間周波数 (IF) 出力350が、フィルタ345の出力として生成される。フィルタ345の出力は、後続の処理のために図示しないIF受信機コンポーネントへ渡される。

【0059】この実施形態において、局部発振器340は、薄膜から形成された共振器を含む。上述したように、薄膜共振器は、共振器基板ベース、下側電極、接着性層、ニュウクリエーション膜、反応スパッタされた薄膜テクスチャードピエゾ電気層、および上側電極を含むスタック構造を有する。一実施形態における反応性スパッタされたテクスチャードピエゾ電気層は、酸化亜鉛を含むが、ここにおける開示により当業者にとって代替物が明らかとなるであろう。フィルタ315、325、335および345が、共振器フィルタにより実現されることが、当業者にとって明らかとなるべきである。

【0060】例示的实施形態との関係で特定の発明を説明したが、本願は、これに限定されるものではない。以上本発明を説明したが、例示的实施形態の様々な変形並びに追加的な実施形態も、本発明の精神から離れることなく、明細書を参照して当業者にとって明らかになるであろう。共振器および共振器を製造する方法が開示されたが、本発明は、バンド制限フィルタのようなフィルタ並びに電氣的エネルギーを機械的振動に変換するおよび機械的振動を電氣的エネルギーに変換する共振器のトランスデューサ現象に基づく他のデバイスに適用可能であることが、当業者にとって明らかであろう。また、ニュウクリエーション促進膜を使用するテクスチャード酸化亜鉛膜の構造およびその製造方法は、ここにおける開示に基づいて当業者にとって明らかとなる共振器などの他の追加的な用途を有し得る。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、その抵抗率に影響を与えることなく、より高い結晶度および配向性を有する薄膜酸化亜鉛共振器およびその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す透視図。

【図2】本発明の一実施形態を示す断面図。

【図3】本発明の更なる実施形態を示す断面図。

【図4】本発明の第1および第2の側面を示す上面図。

【図5】本発明の別の実施形態によるフローチャート。

【図6】本発明の一実施例による抵抗率 ( $\Omega\text{-cm}$ )、回折ロッキング角 (度) および温度 (℃) 特性を示す図。

【図7】本発明の別の実施形態を示すブロック図。

【符号の説明】

40 共振器

50 共振器基板ベース

65 基板層

70, 80, 90, 100 a-SiO<sub>2</sub>層

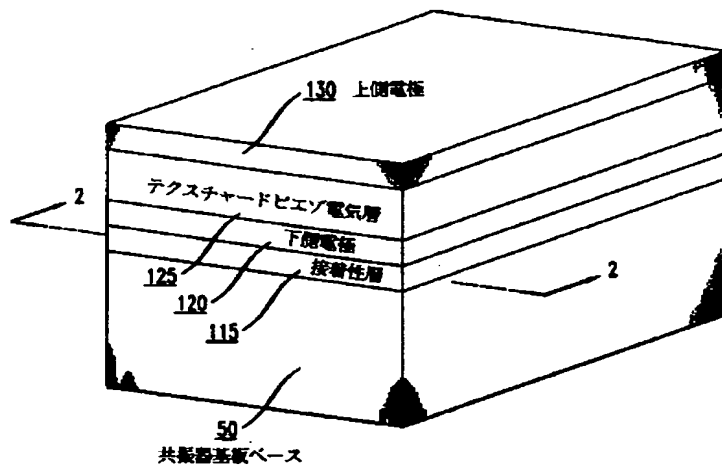
15

75, 85, 95, 105 a-AlN層  
 110 最上a-SiO<sub>2</sub>層  
 115, 135 接着性層  
 120, 140, 225 下側電極  
 125, 170 テクスチャードピエゾ電気層  
 130, 155, 175, 230 上側電極  
 145, 165 テクスチャード膜  
 150 ピエゾ電気結晶質層  
 160 接着性電極層  
 200 SAWデバイス  
 205, 210 電極エレメント

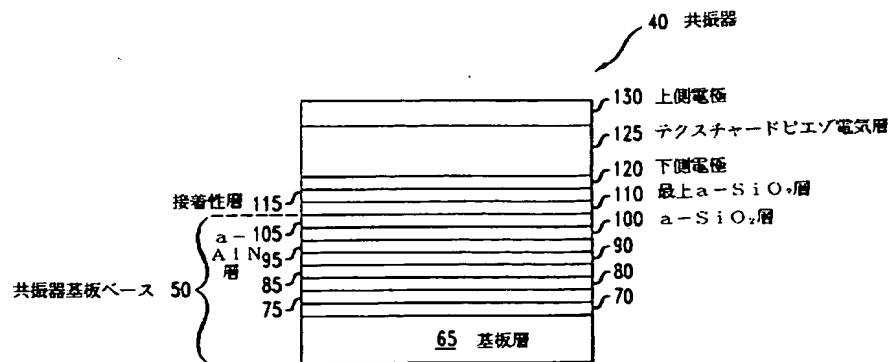
16

215 共振エレメント  
 220 BAWデバイス  
 300 RFデバイス  
 305 アンテナ  
 310 ディプレクサ 送信機  
 315, 325, 335, 350 フィルタ  
 320 増幅器  
 325 フィルタ  
 330 ミクサ  
 10 340 局部発振器

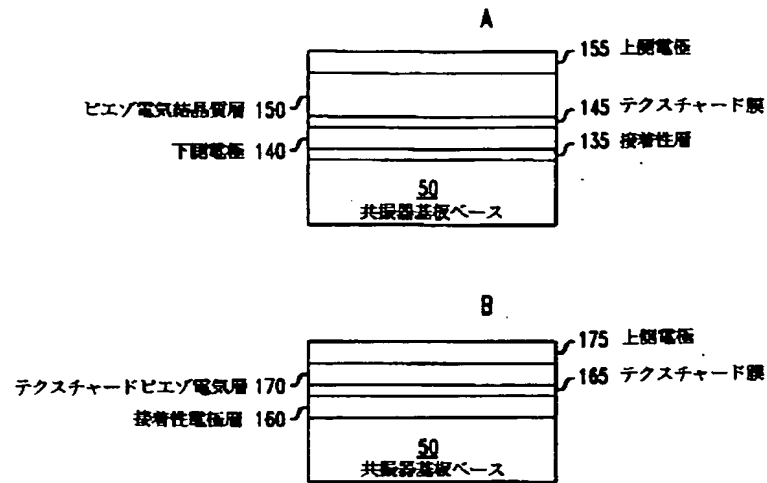
【図1】



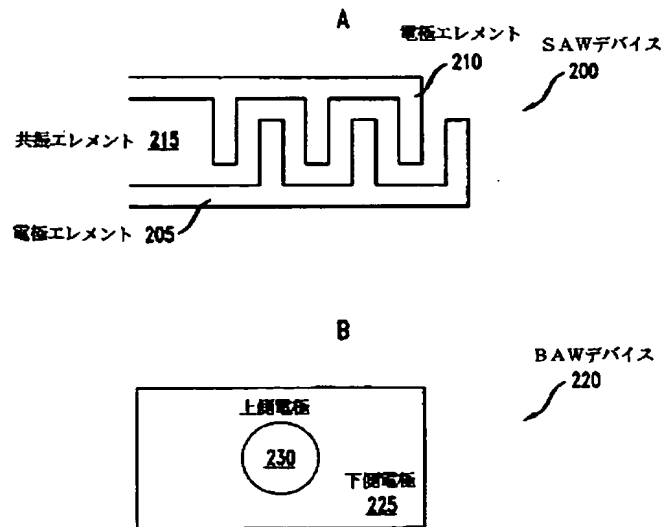
【図2】



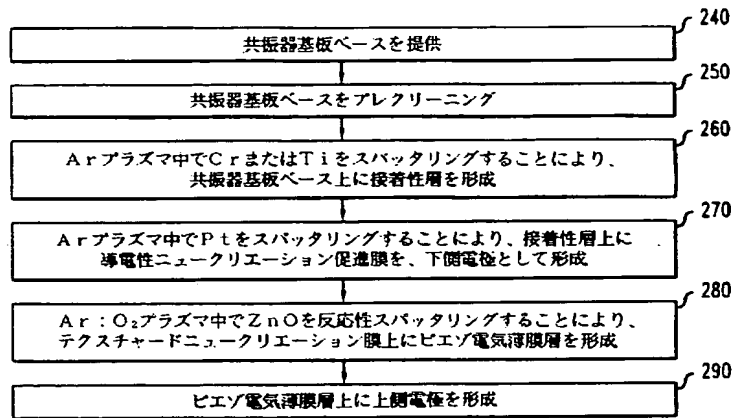
【図3】



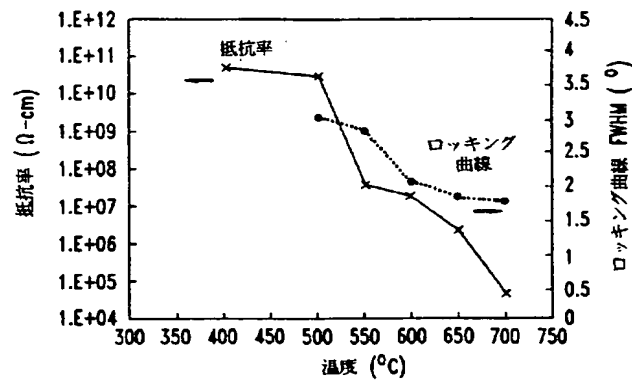
【図4】



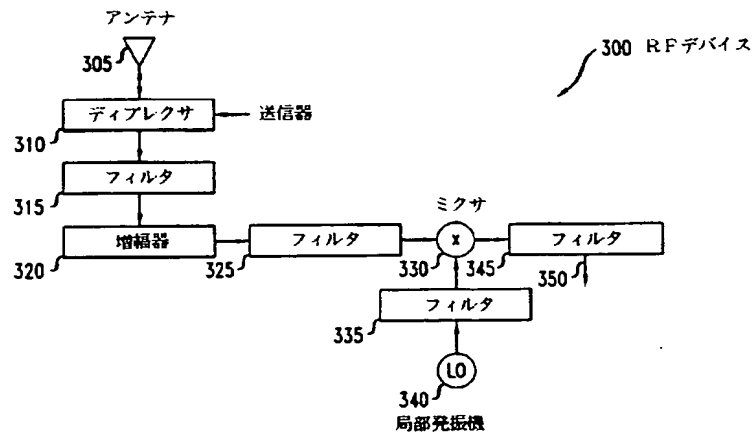
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-コード (参考)

H 0 3 H 9/17

H 0 1 L 41/22

Z

(71) 出願人 596077259

600 Mountain Avenue.  
Murray Hill, New Je  
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72) 発明者 グレン ロバート カワチ

アメリカ合衆国、07023 ニュージャージー  
ー、ファンウッド、パターソン ロード  
26

\* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Bibliography

---

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
  - (12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
  - (11) [Publication No.] JP, 2001-274650, A (P2001-274650A)
  - (43) [Date of Publication] October 5, Heisei 13 (2001. 10. 5)
  - (54) [Title of the Invention] The electron device which has a resonator, its manufacture approach, and a resonator
  - (51) [The 7th edition of International Patent Classification]
- H03H 3/02  
H01L 41/09  
41/18  
41/22  
H03B 5/32  
H03H 9/17  
[FI]  
H03H 3/02            B  
H03B 5/32            Z  
H03H 9/17            F  
H01L 41/08           L  
41/18        101 A  
41/22            Z
- [Request for Examination] Un-asking.  
[The number of claims] 20  
[Mode of Application] OL  
[Number of Pages] 12
- (21) [Application number] Application for patent 2001-32113 (P2001-32113)
  - (22) [Filing date] February 8, Heisei 13 (2001. 2. 8)
  - (31) [Application number of the priority] 09/501403
  - (32) [Priority date] February 10, Heisei 12 (2000. 2. 10)
  - (33) [Country Declaring Priority] U.S. (US)

(71) [Applicant]

[Identification Number] 596077259

[Name] Roux cent Theque slag JIZU In condominium lei TEDDO

[Name (in original language)] Lucent Technologies Inc.

[Address] United States of America 07974 New Jersey, MAREHIRU, Maung  
Teng Avenue 600-700

[The address or an address sale order online processing system notation]  
600 Mountain Avenue, Murray Hill, New Jersey 07974-0636 U. S. A.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Grain Robert KAWACHI

[Address] The United States of America, 07023 New Jersey, fan wood,  
Paterson Loading 26

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100081053

[Patent Attorney]

[Name] Mitsumata Hirofumi

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Epitome

---

(57) [Abstract]

[Technical problem] Offer the thin film zinc-oxide resonator which has higher crystallinity and a higher stacking tendency, and its manufacture approach, without affecting the resistivity.

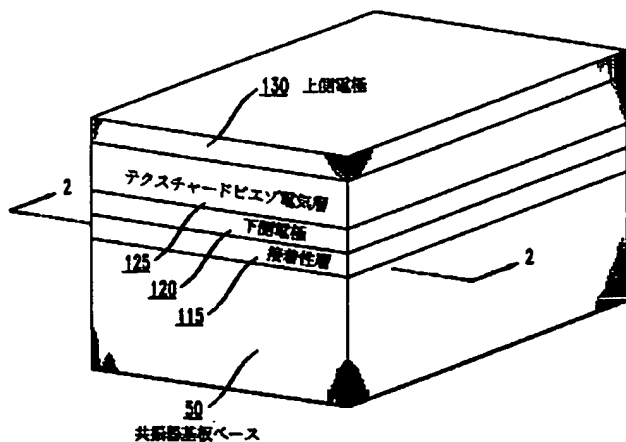
[Means for Solution] The manufacture approach of a resonator is indicated. This approach contains first the step which offers the substrate base (50) which has a dielectric layer. Then, an adhesive layer (115) is formed on a dielectric layer, and the new chestnut ESHON promotion film (120) is formed on an adhesive layer. Then, a zinc-oxide



layer (125) is formed on the new chestnut ESHON promotion film, and a top conductivity layer (130) is formed on a zinc-oxide layer.

---

[Translation done.]



---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of a resonator characterized by providing the following. (A) The step which offers the substrate base (B) The step which forms an adhesive layer on said substrate base (C) The step which forms the non-oxidizing new chestnut ESHON promotion film on said adhesive layer (D) Step which forms the crystalline layer of a zinc oxide on said new chestnut ESHON promotion film (E) Step which forms a conductive layer on the crystalline substance layer of said zinc oxide

[Claim 2] The approach according to claim 1 characterized by said substrate base containing an air gap.

[Claim 3] The approach according to claim 1 that said new chestnut ESHON promotion film is characterized by including Pt.

[Claim 4] The approach according to claim 1 characterized by said adhesive layer containing at least one of Ti and Cr(s) which are formed of the sputtering step which uses Ar plasma.

[Claim 5] The approach according to claim 1 characterized by the step which forms said new chestnut ESHON promotion film containing the step which carries out sputtering of the Pt with Ar plasma.

[Claim 6] The step which forms the crystalline substance layer of said zinc oxide is Ar and O<sub>2</sub>. Approach according to claim 1 characterized by including the step of reactive sputtering which uses the plasma to include.

[Claim 7] The manufacture approach of the resonator characterized by to have the step which offers the resonator substrate base, the step which forms an adhesive layer on said resonator substrate base, the step which forms the new chestnut ESHON promotion film of Pt on said adhesive layer, the step which carries out reactive sputtering of the piezoelectricity layer of a zinc oxide on said new chestnut ESHON promotion film of Pt, and the step which forms a top electrode on said zinc-oxide layer.

[Claim 8] Said substrate base is an approach according to claim 7 characterized by including an air gap.

[Claim 9] Said adhesive layer is an approach according to claim 7 characterized by including at least one of Ti and Cr(s) which are formed of the sputtering step which uses Ar plasma.

[Claim 10] The approach according to claim 7 characterized by the step which forms said new chestnut ESHON promotion film of Pt containing the sputtering step which uses Ar plasma.

[Claim 11] The step which carries out reactive sputtering of the layer of said zinc oxide is Ar and O<sub>2</sub>. Approach according to claim 7 characterized by using the plasma to include.

[Claim 12] The approach according to claim 7 characterized by for the approach of carrying out reactive sputtering of the layer of said zinc oxide rotating the substrate base, and realizing it.

[Claim 13] The resonator characterized by having the top electrode formed on the resonator substrate base, the adhesive layer formed on said resonator substrate base, the new chestnut ESHON promotion film containing Pt formed on said adhesive layer, the crystalline substance layer of the zinc oxide formed on said new chestnut ESHON promotion film, and the crystalline substance layer of said zinc oxide.

[Claim 14] The resonator according to claim 13 characterized by said resonator substrate base containing an air gap.

[Claim 15] The resonator according to claim 13 with which said adhesive layer is characterized by including at least one of Ti and Cr(s).

[Claim 16] The resonator according to claim 13 with which said new chestnut ESHON promotion film is characterized by including Pt.

[Claim 17] Textured crystalline substance structure characterized by having a textured zinc oxide layer and the new chestnut ESHON promotion film for promoting formation of said textured zinc oxide layer, and said new chestnut ESHON promotion film containing Pt.

[Claim 18] Said new chestnut ESHON promotion film is textured crystalline substance structure according to claim 17 characterized by including <111> orientation.

[Claim 19] The electron device characterized by having a resonator containing the top electrode formed on the new chestnut ESHON promotion film characterized by providing the following, the crystalline substance layer of the zinc oxide formed on said new chestnut ESHON promotion film, and the crystalline substance layer of said zinc oxide The antenna for [ of transmission of at least one signal, and the reception ] at least one The filter for filtering said at least one signal Amplifier for amplifying said at least one signal It is Pt which has the mixer which has an oscillator for mixing said at least one signal, and was formed on the adhesive layer by which said oscillator was formed on the resonator substrate base and said resonator substrate base, and said adhesive layer.

[Claim 20] Said new chestnut ESHON promotion film is an electron device according to claim 19 characterized by including <111> orientation.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a resonator and relates to the approach of manufacturing a zinc-oxide resonator especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, the constraint about the conventional resonator has become increasingly clear by increase of the commercialization of an electron device which operates on a personal communication service (PCS) system, a cellular phone, a cordless telephone, a pager, and a frequency higher than 500MHz like a communication satellite. According to the impression of electric field which carries out alternation, the piezoelectric crystal which vibrates with resonance frequency including a fundamental wave and a higher harmonic is used for a traditional resonator. The fundamental frequency produced according to this phenomenon is defined by making into twice membranous thickness the division of the acoustic velocity ( $v$ ) of the energy transmitted through a frame. While a sound reflecting layer controls a frequency like a specific higher harmonic which is not desirable as known well, since a desired frequency is reflected, it is added by this relation.

[0003] Rapid increase of a wireless network increased the research efforts to the alternative-ingredient suitable for a resonator application 400MHz or more. This driving force is supported by actual constraint, when manufacturing a crystal thin enough from Xtal or a traditional ingredient like ceramics. In the relation between resonance frequency and thickness, the need over the resonator of a higher frequency drew inspection of the alternative-thin film material which has sufficient reinforcement.

[0004] In order that the resonator formed from a thin film material may add electric field to a piezoelectricity ingredient and a piezoelectricity dielectric typically, in order to form the electrode of a pair, and a standing wave at least, the reflecting surface of a pair is included at least. An electrode is realized in a predetermined thin film resonator application by the thin film metal layer which can work also as a reflecting surface. In this application, a thin film resonator points out both a bulk acoustic wave (BAW) device and a surface acoustic wave (SAW) device.

[0005] In a typical resonator, the metal / air interface interface formed with the electrode of a resonator top are committed as reflective

main sources. The piezoelectricity layer which contains a textured (textured) thin film between a top electrode and a bottom electrode is sandwiched. In this application, orientation is carried out and a textured thin film is defined as a thing which was observed according to the X diffraction which enters between the range of the random polycrystal in one boundary, and the single crystal in other boundaries and which aligned atomically. Moreover, an X diffraction locking (rocking) curve may be used in order to measure extent of a texture.

[0006] When a resonator is a BAW device, a textured piezoelectricity layer has the perpendicular polar direction to the front face of a resonator substrate. When a resonator is a SAW device, a textured piezoelectricity layer has one of the perpendicular or parallel polar directions to the front face of a resonator substrate. Since a bottom metal layer is typically formed on a substrate, a resonator also contains the air gap sound cavity formed in the substrate base.

[0007] Various ingredients were inspected in quest of the resonator formed from the thin film which can deal with the frequency exceeding 400MHz correctly. Analysis is mainly two variables, the quality factor  $Q$ , and the electromechanical coupling coefficient  $k^2$ . It focused. The quality factor  $Q$  is a thing about the response quality of a resonator, and is a coupling coefficient  $k^2$ . It is a thing about the conversion efficiency between the electric energy of a resonator, and mechanical energy.

[0008]  $Q$  and  $k^2$  Both are in inverse proportion to the proper (intrinsic) sound loss produced with a resonator in the defined clock frequency band. Refer to Campbell, Surface Acoustic Wave Devices and Their Signal Processing Applications, Academic Press, Inc., 1989 (hereafter referred to as Campbell) and Rosenbaum, Bulk Acoustic Wave Theory and Device, Artech House, and 1988 (hereafter referred to as Rosenbaum).

[0009] There are aluminium nitride and a zinc oxide as a textured thin film available now. Although it has a predetermined advantage about the unification with the semiconductor device on a single die with the possibility, aluminium nitride is observed as what has a coupling coefficient ( $k^2$ ) smaller than a zinc oxide, and is known by this contractor. Since a coupling coefficient ( $k^2$ ) is equivalent to the bandwidth of the resonator obtained, a zinc oxide has a characteristic advantage in the resonator application in a top [MHz / 400 ].

[0010] It is analyzed that the thin film of a zinc oxide has two descriptions, and fits the resonator application. A zinc oxide may be formed [ 1st ] in the state of an amorphous substance or the crystal structure. It corresponds to the structure condition that there is no

regularity or regularity of a zinc-oxide atom in a thin film. An amorphous state may be included, when a zinc oxide is formed as a thin film in the temperature in which new KURISHON (nucleation) does not occur below it and/or is doped.

[0011] In this application, new KURISHON is defined as promotion of crystallization of the textured film regardless of the structure of a substrate where the textured film is formed on it. Similarly, a zinc oxide shows the textured crystal structure, when formed in a known heating cycle. As a thin film in a resonator, a zinc oxide is formed by the highest possible crystallinity and the highest possible stacking tendency, and it is the highest electromechanical coupling coefficient  $k^2$ . And it is the purpose to acquire the minimum possible loss of the use sake as a controllable oscillating element.

[0012] Moreover, a zinc oxide is resistance essentially. This property relates between a defect, depletion, and a grid and/or to the number of stacking defects or the purity of a zinc oxide functionally. Therefore, resistivity becomes comparatively low when [ that the zinc oxide used is comparatively impure or ] there are many defects. Similarly, the zinc oxide chosen becomes comparatively high [ resistivity ], when purity and the number of defects are comparatively low. It is advantageous to use the zinc oxide which has the highest resistivity to a resonator type application, therefore to use the zinc oxide of a high grade comparatively.

[0013] Although the thin film zinc oxide had been used for the resonator, the structure of having the limited piezoelectricity nature was produced and the method of manufacturing the zinc-oxide thin film which has a limitation in crystallinity, a stacking tendency, and resistivity existed. It turned out that these known approaches have the restricted locking curve, reinforcement, and other measurable properties which include the further diffraction peak in a list according to an X diffraction.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As a result, there is need about the thin film zinc-oxide resonator which has higher crystallinity and a higher stacking tendency, and its manufacture approach, without affecting the resistivity.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The manufacture approach of a resonator is indicated. According to the 1st operation gestalt, an approach contains first the step which offers the resonator substrate base. An adhesive layer is formed on the resonator substrate base, and a new

chestnut ESHON promotion layer is formed on an adhesive layer after that. A zinc-oxide crystalline substance layer is formed on the new chestnut ESHON promotion film after that, and the 2nd conductive layer is formed on the crystalline substance layer of a zinc oxide. The constraint accompanying the known method of manufacturing a zinc-oxide thin film is conquered by using the new chestnut ESHON promotion film which promotes new chestnut ESHON of a zinc-oxide layer. In the further operation gestalt of this invention, the new chestnut ESHON promotion film promotes texture-ization of a zinc oxide layer. A zinc oxide layer is texture-ized and crystallinity and a stacking tendency increase regardless of the substrate type with which a resonator is formed on it. [0016] According to another operation gestalt of this invention, the method of manufacturing a resonator is indicated. This approach contains the step which offers first the resonator substrate base which has an adhesive layer. Then, the new chestnut ESHON promotion film of Pt is formed on an adhesive layer. Then, the spatter of the crystalline substance layer of a zinc oxide is carried out in reaction on the new chestnut ESHON promotion film. It promotes that a new chestnut ESHON promotion layer increases crystallinity and a stacking tendency in formation of a zinc-oxide layer regardless of the substrate type with which a resonator is formed on it. In the further operation gestalt of this invention, the new chestnut ESHON promotion film promotes texture-ization of a zinc oxide layer. And a top electrode is formed on a zinc-oxide layer.

[0017] According to another operation gestalt of this invention, a resonator is indicated. This resonator contains the resonator substrate base and an adhesive layer. The new chestnut ESHON promotion film is formed on an adhesive layer, and the crystalline substance layer of a zinc oxide is formed on the conductive new chestnut ESHON promotion film. The new chestnut ESHON promotion film promotes increasing crystallinity and a stacking tendency between formation of a zinc-oxide layer regardless of the substrate type with which a resonator is formed on it. the further operation gestalt -- being, the new chestnut ESHON promotion film promotes texture-ization of a zinc oxide layer. A resonator contains a top electrode further on the thin film layer of a zinc oxide.

[0018] According to another operation gestalt of this invention, the electron device which uses a resonator is indicated. An electron device contains the filter for filtering the antenna for transmitting or receiving at least one signal, and at least one signal. Moreover, an electron device contains the mixer for carrying out mixing of the amplifier for amplifying at least one signal, and at least one signal. A

mixer contains the oscillator which has a resonator.

[0019] A resonator contains the top electrode formed on the crystalline substance layer of the zinc oxide formed on the new chestnut ESHON promotion film on the adhesive layer formed on the resonator substrate base and the resonator substrate base, and an adhesive layer, and the new chestnut ESHON promotion film, and the zinc-oxide layer. The new chestnut ESHON promotion film does not oxidize, for example, has face-centered lattice cube (fcc) structure and  $\langle 111 \rangle$  orientation. Moreover, the new chestnut ESHON promotion film promotes increase of crystallinity and a stacking tendency between formation of a zinc-oxide layer. In the further operation gestalt, the new chestnut ESHON promotion film promotes texture-ization of a zinc oxide layer.

[0020]

[Embodiment of the Invention] In drawing 1 and drawing 2, the resonator 40 by 1 operation gestalt of this invention is shown. A resonator 40 may be formed including INTADEJITARUTORANSUDEYUSA (IDT) although it may be a bulk acoustic wave (BAW) device, however so that the following explanation may also show a surface acoustic wave (SAW) device.

[0021] A resonator 40 includes the resonator substrate base 50. It is clear for this contractor that the resonator substrate base 50 may also contain the air gap sound cavity which is not illustrated. The substrate base 50 contains the substrate layer 65. The substrate layer 65 contains silicon (Si). However, the substrate layer 65 may instead contain a diamond, Xtal, silicon carbide (SiC), sapphire (aluminum 203), gallium arsenide (GaAs), and other ingredients clear from explanation of this application for this contractor.

[0022] The resonator substrate base 50 also contains the stack of the dielectric layer formed on the substrate layer 65. The stack of a dielectric layer offers functionally the electric insulating-substrate layer 65 from sound reflexivity and the conductive layer which is explained below at a detail and which is formed after that about a BAW device. About a SAW resonator application, the substrate layer 65 has higher acoustic velocity compared with a BAW resonator application. However, it should be recognized to the SAW application that the stack of a dielectric layer is not contained on the resonator substrate layer 65. Similarly, the dielectric layer formed the substrate layer 65 and on it must have a higher acoustic impedance about a BAW resonator application compared with a SAW resonator application.

[0023] In an example, the amorphous diacid-ized silicon ( $a\text{-SiO}_2$ ) and the amorphous aluminum nitride ( $a\text{-AlN}$ ) layer of a lot which carry out alternation are included at least. Here, a dielectric stack may be



realized by nine layer stacks containing the amorphous diacid-ized silicon (a-SiO<sub>2</sub>) layers 70, 80, 90, and 100, the amorphous aluminum nitride (a-AlN) layers 75, 85, 95, and 105 formed on it, respectively, and the amorphous diacid-ized silicon (a-SiO<sub>2</sub>) layer 110 by the side of the top prepared on the amorphous aluminum nitride (a-AlN) layer 105.

[0024] It is clear for this contractor that follow, for example, alternative-a configuration and an ingredient are used in the above-mentioned instantiation dielectric stack. It can follow, for example, diacid-ized silicon can be used instead of amorphous diacid-ized silicon (a-SiO<sub>2</sub>), and amorphous nitriding silicon (a-AlN) can be similarly replaced by aluminum nitride (AlN).

[0025] A resonator 40 contains the adhesive layer 115 formed on the amorphous diacid-ized silicon (a-SiO<sub>2</sub>) layer 110. The adhesive layer 115 offers functionally the adhesion property for the layer of the consecutiveness formed on it so that it may explain below at a detail. Although the adhesive layer 115 is continuation, formation of a pinhole should not bar the use. The adhesive layer 115 will become clear [ the replacement by the predetermined alloy / to this contractor ] from the explanation in here at a zirconium (Zr), a hafnium (Hf), vanadium (V), niobium (Nb), a tantalum (Ta), molybdenum (Mo), and a tungsten (W) list, for example, although it contains titanium (Ti) or chromium (Cr). The adhesive layer 115 may be formed of a sputtering step so that the following explanation may show.

[0026] The bottom electrode 120 is formed on the adhesive layer 115. An electrode 120 contains the new chestnut ESHON promotion film for promoting new chestnut ESHON and crystallinity in the textured crystalline substance layer formed behind so that the following explanation may show. An electrode 120 is patternized in the further operation gestalt of this invention.

[0027] The bottom electrode 120 contains platinum (Pt). However, various non-oxidized conductivity alternatives for, for example, promoting the crystal growth of consecutiveness like gold (Au), a rhodium (Rh), palladium (Pd), silver (Ag), and iridium (Ir) may be used instead. The bottom electrode 120 is a non-oxidizing quality, and it is advantageous to have the face-centered lattice cube (fcc) structure of perpendicular <111> orientation to the front face of the resonator substrate 50.

[0028] Moreover, orientation is carried out and a resonator 40 contains the textured piezoelectricity layer 125 which has the crystal structure which has a perpendicular polar axis, i.e., the c-axis about a URUTSU (Wurtzite) structural material, to the front face of the resonator substrate 50, and which aligned atomically. The textured

piezoelectricity layer 125 contains a zinc oxide. However, probably, the range of the permutation and alternative like other ingredients which have aluminium nitride (AlN) and URUTSU structure, for example will be clear to this contractor based on the indication in here. The zinc-oxide layer 125 may be formed of a reactive-sputtering step so that the following explanation may show.

[0029] The top electrode 130 is formed on the textured piezoelectricity layer 125. The top electrode 120 is also patternized in another operation gestalt of this invention. The pattern relevant to the top electrode 130 is twisted although a resonator 40 is a SAW device about whether it is a BAW device. Campbell It reaches. Rosenbaum Refer to. Although an electrode 130 contains titanium (Ti) or platinum (Pt), various alternatives which have Au, conductivity like palladium (P), and the property of not oxidizing, for example may be used. In another operation gestalt, an electrode 130 includes the face-centered lattice cube (fcc) structure of  $\langle 111 \rangle$  orientation perpendicular to the front face of the resonator substrate 50.

[0030] In drawing 3 (a) and 3 (b), the 1st [ of a resonator 40 ] and 2nd alternative-like configurations shown in drawing 1 and 2 are shown. About drawing 3 (a), the adhesive layer 135 is formed on the resonator substrate base 50. The adhesive layer 135 provides with an adhesion property functionally the layer of the consecutiveness formed on it. Although the adhesive layer 135 is continuous, formation of a pinhole does not bar the use. Although the adhesive layer 135 contains titanium (Ti) or chromium (Cr), a permutation like a zirconium (Zr), a hafnium (Hf), vanadium (V), niobium (Nb), a tantalum (Ta), molybdenum (Mo), and a tungsten (W) will also become clear for this contractor by explanation in here, for example.

[0031] On the adhesive layer 135, the bottom electrode 140 containing aluminum (aluminum) is formed. Moreover, the textured film 145 of the platinum (Pt) for promoting new chestnut ESHON and crystallinity in the layer formed behind is also contained on an electrode 140. On the textured film 145, the piezoelectricity crystalline substance layer 150 and the top electrode 155 are formed.

[0032] In drawing 3 (b), the adhesive electrode layer 160 is formed on the resonator substrate base 50. Although the adhesive electrode layer 160 contains titanium (Ti) or chromium (Cr), a permutation like a zirconium (Zr), a hafnium (Hf), vanadium (V), niobium (Nb), a tantalum (Ta), molybdenum (Mo), and a tungsten (W) will become clear to this contractor by explanation in here, for example. The textured film 165 for promoting new chestnut ESHON in the layer behind formed on the

adhesive electrode layer 160 is formed. On the textured film 165, the textured piezoelectricity layer 170 and the top electrode 175 are formed. [0033] In drawing 4 (a) and 4 (b), the plan of the transverse-plane acoustic wave (SAW) device 200 and the bulk acoustic wave (BAW) device 220 is shown. The SAW device 200 contains the electrode elements 205 and 210 of the pair formed on the resonance element 215. Each electrode elements 205 and 210 which work as INTADEJITARUTORANSUDEYUSA (IDT) enable an acoustic wave to spread in the direction of an axis of abscissa. On the contrary, the BAW device 220 enables propagation of the compressive direction acoustic wave of an axis of ordinate including the bottom, the top electrodes 225 and 230, and the resonance element that was formed between them and that is not illustrated.

[0034] The flow chart of the approach of manufacturing a resonator is shown in drawing 5. As mentioned above, the resonator manufactured may be an acoustic wave component like a BAW device or a SAW device. Moreover, although a resonator contains the textured piezoelectricity layer of a zinc oxide, various alternatives become clear to this contractor by the indication in here.

[0035] First, this approach contains the step (240) which offers the resonator substrate base. As mentioned above, the resonator substrate base contains many layers of stack structure. However, it is clear to this contractor that the resonator substrate base's air gap sound cavity may also be included.

[0036] The resonator substrate base contains a substrate layer. In 1 operation gestalt of this invention, a substrate layer contains silicon (Si). However, various replacement is clear for this contractor, and a resonator may contain a diamond, Xtal, silicon carbide (SiC), sapphire (aluminum 203), gallium arsenide (GaAs), and other ingredients clear [ from the indication in here ] to this contractor.

[0037] The resonator substrate base also contains the stack of a dielectric layer. A dielectric stack contains the mutual amorphous diacid-ized silicon (a-SiO<sub>2</sub>) layer and mutual amorphous aluminum nitride (a-AlN) layer of a lot at least. In an example, a dielectric stack contains nine layers. Here, the nine-layer stack of a dielectric contains the amorphous diacid-ized silicon (a-SiO<sub>2</sub>) layer of the maximum upper layer arranged on four amorphous aluminum nitride (a-AlN) layers formed, respectively four amorphous diacid-ized silicon (a-SiO<sub>2</sub>) layer and on it, and the top amorphous aluminum nitride (a-AlN) layer.

[0038] It is clear for this contractor that alternative-a configuration and an ingredient can use it for a stacked dielectric layer. It can follow, for example, diacid-ized silicon (SiO<sub>2</sub>) can use it instead of

amorphous diacid-ized silicon ( $a\text{-SiO}_2$ ), and alumimium nitride ( $\text{AlN}$ ) can consider as instead of [ of amorphous alumimium nitride ( $a\text{-AlN}$ ) ] similarly.

[0039] After offering the resonator substrate base, a PURIKURIN step (250) is performed. This step means making the best base front face clean, before forming a layer on it. Although a PURIKURIN step may be performed using various known approaches, it is convenient to make a substrate clean under existence of an argon (Ar) and a nitrogen ( $\text{N}_2$ ) plasma edge. Moreover, it is desirable by performing base pressure measurement with a vacuum gage to evaluate the cleanness of a chamber before activation of a PURIKURIN step.

[0040] Next, an adhesive layer is formed on the best diacid-ized silicon layer made clean. An adhesive layer offers functionally the adhesion property over the layer of the consecutiveness formed on it. Although the adhesive layer is continuous, formation of a pinhole does not bar the use. Although an adhesive layer contains titanium (Ti) or chromium (Cr), a substitute like a predetermined alloy will become clear from the publication in here by this contractor at a zirconium (Zr), a hafnium (Hf), vanadium (V), niobium (Nb), a tantalum (Ta), molybdenum (Mo), and a tungsten (W) list, for example.

[0041] It sets in 1 operation gestalt of this invention, and an adhesive layer is formed of the sputtering step under existence of the argon (Ar) plasma. Other various conditions and parameters including pressurizing a substrate and heating by the DC power supply are used for this sputtering step, and it is realized conveniently. Moreover, before forming an adhesive layer, it is desirable to make a sputtering target clean.

[0042] If the adhesive layer of desired thickness is obtained, the new chestnut ESHON promotion film for promoting consecutive new chestnut ESHON and crystallinity will be formed on an adhesive layer. The textured film works functionally as an electrode and has a non-oxidizing conductivity property desirably. In 1 operation gestalt, although the new chestnut ESHON promotion film which works as an electrode contains platinum (Pt), various non-oxidizing alternatives like Au may be used, for example. In another operation gestalt, the new chestnut ESHON promotion film has the face-centered lattice cube (fcc) structure of  $\langle 111 \rangle$  orientation so that the atomic plane of the crystalline substance structure formed may become parallel to the resonator substrate base and new chestnut ESHON of the textured piezoelectricity layer formed behind may be promoted further.

[0043] The new chestnut ESHON promotion film is patternized in the

further operation gestalt of this invention. The new chestnut ESHON promotion film is desirably formed of a sputtering step under existence of the argon (Ar) plasma. This sputtering step is realized using other various conditions and parameters including pressurizing a substrate and heating using a DC power supply. Before forming the new chestnut ESHON promotion film, it is desirable to make a sputtering target clean.

[0044] Then, orientation is carried out and the textured piezoelectricity layer which has the crystalline substance structure which aligned atomically is formed on the new chestnut ESHON promotion film. In 1 operation gestalt of this invention, a textured piezoelectricity layer contains a zinc-oxide thin film, for example, it is Ar:O<sub>2</sub>. Under existence of the reactant plasma [ like ], it is formed of a reactive-sputtering step. As for this reactive-sputtering step, it is desirable to realize using other various conditions and parameters including pressurizing and heating a substrate using RF power source.

[0045] Moreover, before forming a textured piezoelectricity layer, it is desirable to make a sputtering target clean. In another operation gestalt, the resonator substrate base containing the textured film which forms an adhesive layer and the 1st electrode is rotated, while a reactive-sputtering step is performed. Moreover, although the thin film of a zinc oxide is used for this invention to a textured piezoelectricity layer, a substitute like other ingredients which has URUTSU structure will become clear by this contractor at aluminum nitride (AlN) or a cadmium-sulfide (CdS) list based on the indication in here.

[0046] If a textured piezoelectricity layer is formed, it will be the 2nd, namely, a top electrode will be formed. A top electrode may be patternized so that electric contact may be formed. A top electrode contains aluminum (aluminum). However, various alternatives like Ti or Au will become clear for this contractor based on the indication in here, for example. Fundamentally, these substitutes can characterize under the condition that they are conductivity, an adhesive property, and/or a non-oxidizing quality. Moreover, it must be made for the load to the alternative chosen (mass loading), a consistency, and acoustical loss not to have to have a bad influence on the capacity for a textured piezoelectricity layer to resonate.

[0047]

[Example] In one example, the resonator was formed so that it might have the fundamental frequency of about 3.5GHz. The resonator substrate base used for this purpose is (Silicon Si) substrate base, and each of five consecutive amorphous diacid-ized silicon layers and an amorphous

aluminum nitride layer had the thickness of about 4300Å and 7600Å, respectively. The adhesive layer of the titanium (Ti) formed on the best amorphous diacid-ized silicon layer had the thickness of about 100Å, and both the new chestnut ESHON promotion film of Pt and a top electrode had the thickness of about 1000Å respectively. The zinc-oxide layer sandwiched between the new chestnut ESHON promotion film of Pt and a top electrode had the thickness of about 0.72 micrometers.

[0048] In this example, the pre clean (pre-clean) step contained in about 200 degrees C the step which heats a substrate in the argon under plasma discharge which has the ratio of 3:2 of the pressure of the step which cleans a chamber first by the base pressure of abbreviation  $9 \times 10^{-8}$  Torr, and about 10 mTorr(s) (Ar), and the ambient atmosphere of nitrogen (N<sub>2</sub>). Then, the sputtering step was performed and (Titanium Ti) adhesive property layer was manufactured. Were PURISUPATTA [ for about 30 seconds ] the sputtering target first, and the titanium (Ti) sputter was carried out on the best amorphous diacid-ized silicon layer, and the titanium (Ti) layer was formed.

[0049] This sputtering step was the sputtering tool to which electric power was supplied according to 3kWDC power sources, in the pressure of about 6 mTorr(s), heated the substrate at about 200 degrees C, and was performed. Then, after the pre sputter of the sputtering target was carried out for about 30 seconds, the textured platinum (Pt) thin film was formed. Sputtering of a platinum (Pt) thin film was the sputtering tool to which electric power was supplied according to 3kWDC power sources, in the pressure of about 10 mTorr(s), heated the substrate at about 200 degrees C, and was performed.

[0050] About the zinc-oxide thin film, a (radio frequency RF) planar magnetron sputtering tool and ANELVASPF-332H were used in order to form the zinc-oxide film. This tool consists of an RF power source in the very-low-temperature vacuum pump for realizing a base pressure lower than  $5 \times 10^{-7}$  Torr, and the frequency of 13.56MHz equipped with the matching unit.

[0051] RF power source had 2.0kV plate voltage and 91mA plate current, the incidence power of 120W, and the reflective power of 75W. Moreover, a tool is a 3 inch diameter coaxial planar magnetron under a target electrode holder, and Ar and O<sub>2</sub>. The quartz watch lamp for heating a substrate was used for the gas inlet list. The zinc target was a 3 inch diameter and was 3mm from spacing of 9.5cm, and 2.5 inch target aperture from 0.125 inch thickness and a substrate.

[0052] a zinc target -- Pure Tech from -- the thing of 99.995% of purity was obtained. Zn target is Ar:O<sub>2</sub> in the ratio of 1:1 which carries out a

discharge at 5sccm flow rate to each gas with the changing chamber pressure. The reactant spatter was carried out in the plasma. In the deposition step, the 4 inch Maine butterfly valve was prepared in order to control the total pressure in a system. Ar and O<sub>2</sub> It was mixed beforehand and high grade gas [ like ] was introduced into the system. The flow rate was adjusted by the manual leak bulb, and was measured using the flow meter obtained from Matheson. The total working pressure in a system is MKS Baratron. It was measured with the capacitance gage. [0053] In advance of deposition of the zinc oxide to a substrate, the pre spatter of the target was carried out for 10 minutes. The shutter was formed in order to prevent zinc-oxide deposition of during this period and a up to [ a substrate ]. A shutter is removed after a PURISUPATTA ring and, thereby, the plasma impedance was changed. As a result, RF power source was readjusted using the accompanying matching unit, and the sputtering process step was optimized. The zinc-oxide thin film had all about 2-hour sputtering time amount and a sputtering rate for 64A/to the obtained thickness of about 0.72 micrometers.

[0054] The substrate has been arranged to a target front face between sputtering at juxtaposition at spatter down geometry. The substrate was intentionally heated with the built-in quartz watch lamp, or was heated by energy-particle collision by the temperature between 45 degrees C and 65 degrees C to the temperature which changes to 700 degrees C from 200 degrees C. substrate temperature -- the bottom of a substrate -- and it was measured by the heat conductive pair contacted and prepared.

[0055] In drawing 6 , the relation between the half-value width of omega is shown as a function of substrate temperature whenever [ resistivity / which is called "a rocking curve (rocking curve)" generally / the zinc oxide thin film formed on the textured film of Pt /, and angle-of-diffraction ]. This graph shows the result of the example mentioned above. Ideally, a resonator must have the greatest resistivity and the greatest, minimum rocking curve. x line diffraction was used and the graph showed that a heating step (about 600 degrees C thru/or 650 degrees C) was advantageous in formation of a zinc-oxide thin film.

[0056] In drawing 7 , the block diagram of the radio frequency (RF) device 300 by another operation gestalt of this invention is shown. The RF device 300 shows one application of this invention. Based on the indication in here, the RF device 300 may be realized by other electron devices which need other transmitters and/or applications, and resonators for a Personal Communication Service (PCS) device, a cellular phone machine, a pager, a communication satellite, and a list so that clearly for this contractor.

[0057] The RF device 300 contains the antenna 305 for transmitting or receiving the signal from duplexer (diplexer) 310. Duplexer 310 is combined with the transmitter which is not illustrated in the alternative operation gestalt. To a filter 315, it filters and duplexer 310 generates delivery and the signal which had the band of a result restricted for a signal. The signal which had the band restricted is amplified by the amplifier 320, and a filter is carried out with a filter 325, and it generates the signal which had the band restricted further.

[0058] The signal which had the band restricted twice is passed to a mixer 330 after that. A mixer 330 mixes the signal which had the band restricted twice with the local-oscillator signal by which was generated by the local oscillator 340 and the filter was carried out with the band limit filter 335. And in order to remove a local transmitter signal, the band limit filter 345 is passed by the acquired output signal which was mixed. As a result, the intermediate frequency (IF) output 350 is generated as an output of a filter 345. The output of a filter 345 is passed to IF receiver component which is not illustrated for consecutive processing.

[0059] In this operation gestalt, a local oscillator 340 contains the resonator formed from the thin film. As mentioned above, a thin film resonator has the resonator substrate base, a bottom electrode, an adhesive layer, the new chestnut ESHON film, the thin film textured piezoelectricity layer by which reactive sputtering was carried out, and the stack structure containing a top electrode. The textured piezoelectricity layer in 1 operation gestalt by which the reactant spatter was carried out will become clear [ an alternative ] for this contractor by the indication in here, although it contains a zinc oxide. It should become clear for this contractor that a resonator filter realizes and filters 315, 325, 335 and 345 get.

[0060] Although relation with an instantiation-operation gestalt explained specific invention, this application is not limited to this. Although this invention was explained above, the operation gestalt additional in various deformation lists of an instantiation-operation gestalt will also become clear for this contractor with reference to the specification, without separating from the pneuma of this invention. Although the method of manufacturing a resonator and a resonator was indicated, probably, it will be clear for this contractor this invention's for it to be able to apply to other devices based on the transducer phenomenon of the resonator which changes electric energy into a filter list like a band limit filter at mechanical oscillation



and which reaches and changes mechanical oscillation into electric energy. Moreover, the structure and its manufacture approach of the textured zinc-oxide film which uses the new chestnut ESHON promotion film may have other additional applications, such as a resonator which becomes clear for this contractor based on the indication in here.

[0061]

[Effect of the Invention] According to this invention, the thin film zinc-oxide resonator which has higher crystallinity and a higher stacking tendency, and its manufacture approach can be offered, without affecting the resistivity.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Perspective drawing showing 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] The sectional view showing the further operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] The plan showing the 1st and 2nd side faces of this invention.

[Drawing 5] The flow chart by another operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] Drawing showing the resistivity (ohm-cm) by one example of this invention, a diffraction locking angle (degree), and a temperature (degree C) property.

[Drawing 7] The block diagram showing another operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

40 Resonator  
50 Resonator Substrate Base  
65 Substrate Layer  
70, 80, 90, 100 a-SiO two-layer  
75, 85, 95, 105 a-AlN layer  
110 Best A-SiO Two-layer  
115, 135 Adhesive layer  
120, 140, 225 Bottom electrode  
125, 170 Textured piezoelectricity layer  
130, 155, 175, 230 Top electrode  
145, 165 Textured film  
150 Piezoelectricity Crystalline Substance Layer  
160 Adhesive Electrode Layer  
200 SAW Device  
205, 210 Electrode element  
215 Resonance Element  
220 BAW Device  
300 RF Device  
305 Antenna  
310 Duplexer Transmitter  
315, 325, 335, 350 Filter  
320 Amplifier  
325 Filter  
330 Mixer  
340 Local Oscillator

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

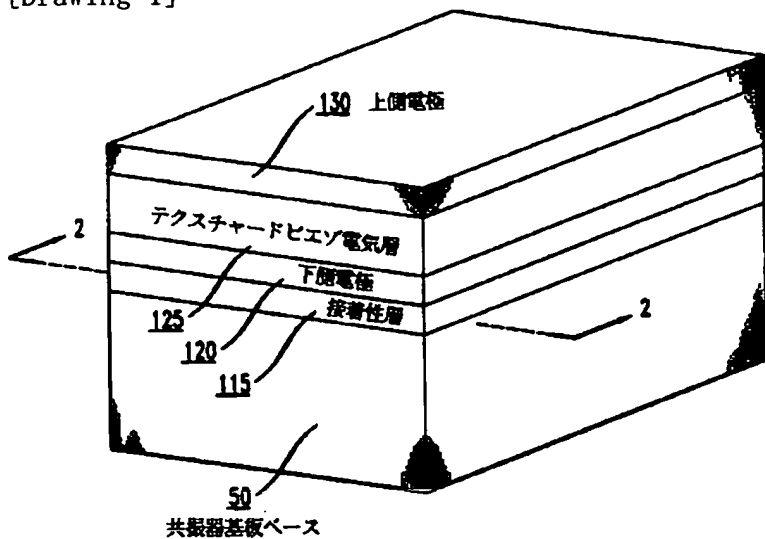
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

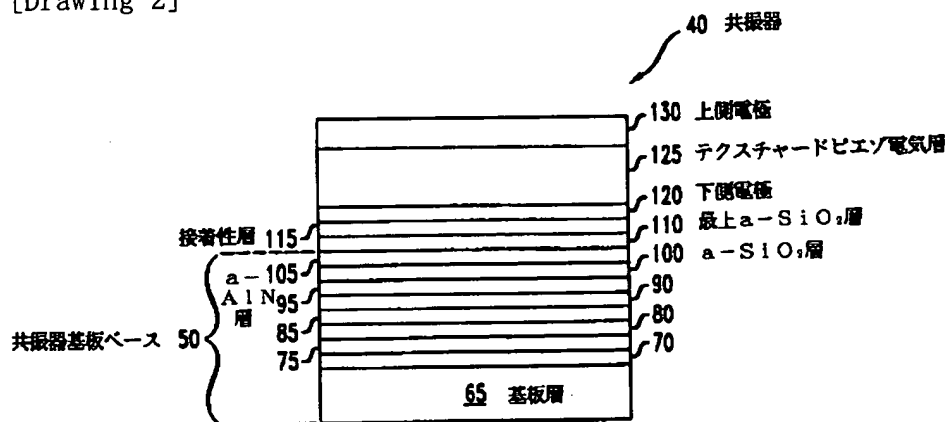
DRAWINGS

---

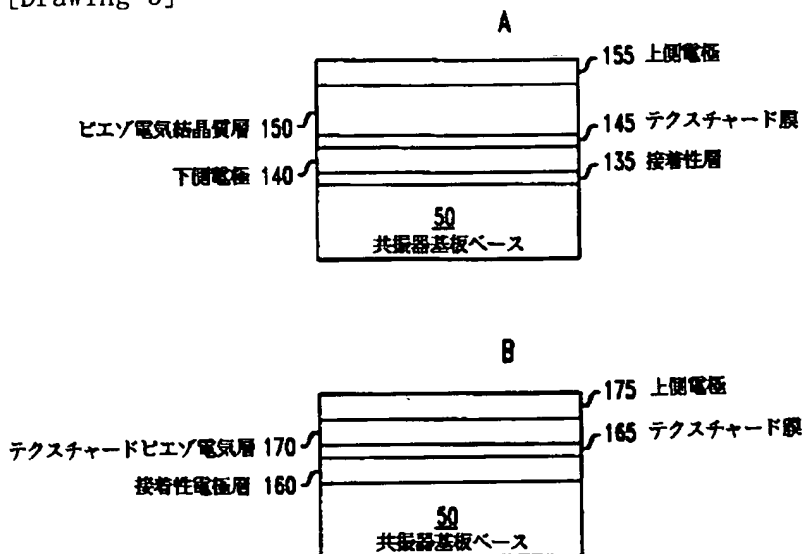
[Drawing 1]



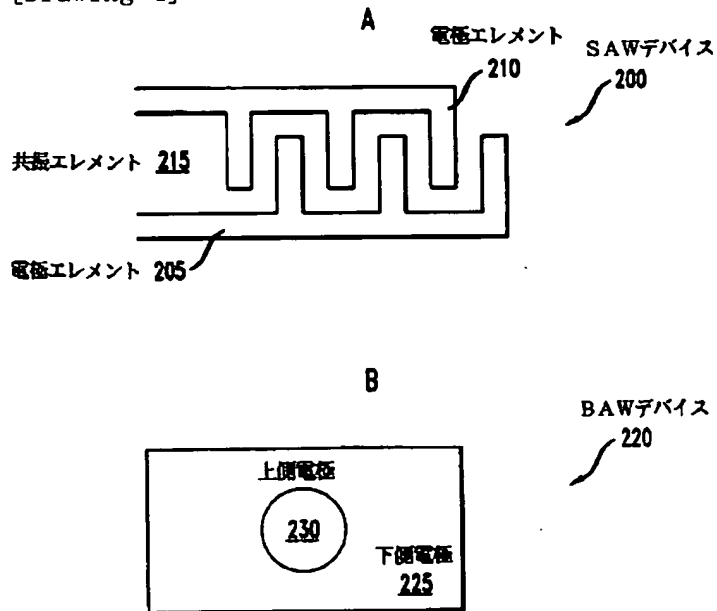
[Drawing 2]



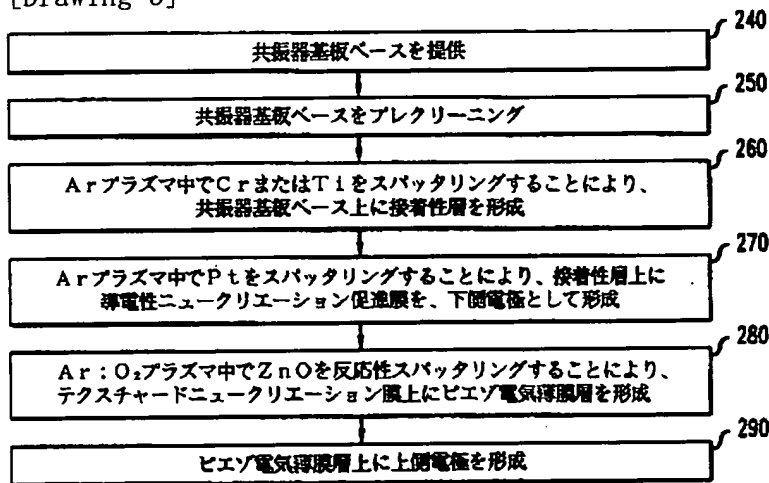
[Drawing 3]



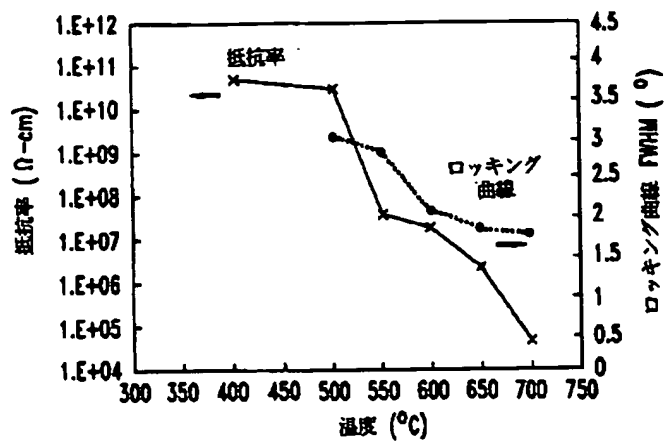
[Drawing 4]



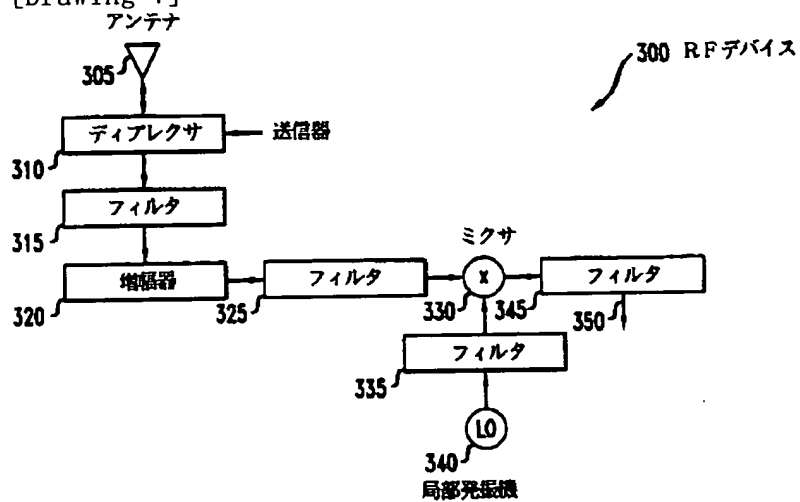
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]